



Attorney's Docket No.: 873-011675-US (PAR)

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): HANSEN

Group No.:

Serial No.: 10/767,124

Filed: January 29, 2004

Examiner:

For: METHOD AND DEVICE FOR ADJUSTING AN ALIGNMENT-
MICROSCOPE BY MEANS OF A REFLECTIVE ALIGNMENT MASK

Commissioner of Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313

TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY

Attached please find the certified copy of the foreign application
from which priority is claimed for this case:

Country: Germany
Application Number: 103 03 902.3
Filing Date: 31 January 2003

WARNING: "When a document that is required by statute to be certified must
be filed, a copy, including a photocopy or facsimile transmission of the
certification is not acceptable." 37 CFR 1.4(f) (emphasis added.)


SIGNATURE OF ATTORNEY

Reg. No.: 44,004

Geza C. Ziegler, Jr.

Type or print name of attorney

Tel. No.: (203) 259-1800

Perman & Green, LLP

Customer No.: 2512

425 Post Road, Fairfield, CT 06824

NOTE: The claim to priority need be in no special form and may be made by
the attorney or agent if the foreign application is referred to in the oath
or declaration as required by § 1.63.

CERTIFICATE OF MAILING

I hereby certify that this correspondence is, on the date shown below,
being deposited with the United States Postal Service as First Class
Mail in an envelope addressed to the Commissioner for Patents, P.O. Box
1450, Alexandria, VA 22313.

Date: 3/10/04

Shannon Watt
Signature

Shannon Watt
(type or print name of person certifying)



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 03 902.3

Anmeldetag: 31. Januar 2003

Anmelder/Inhaber: Süss MicroTec Lithography GmbH,
85748 Garching/DE

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zum Ausrichten
eines Justier-Mikroskops mittels ver-
spiegelter Justiermaske.

IPC: G 02 B, G 01 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 26. Februar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Klootermeyer

Verfahren und Vorrichtung zum Ausrichten eines Justier-Mikroskops mittels verspiegelter Justiermaske

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Ausrichten von Justier-Mikroskopen. In dem erfindungsgemäßen Verfahren wird eine Justiermaske verwendet, auf deren einen Seite sich Justiermarken befinden und deren andere Seite teil- oder vollverspiegelt ist. Das senkrechte Ausrichten von Justiermikroskopen wird benötigt, wenn sich die zu positionierenden Justiermarken in unterschiedlichen Objektabständen befinden.

Justier-Mikroskope, insbesondere sogenannte BSA-(Bottom-Side-Alignment-)Mikroskope, werden benötigt, wenn Substrate bzw. Wafer, die ihre Justiermarken auf der Unterseite haben, zu Belichtungsmasken ausgerichtet werden sollen. Ein Aufbau eines Justier-Systems ist schematisch in Figur 1 gezeigt. Vor dem Laden des Wafers 2 in das System wird, das Mikroskop 1 zunächst auf die Justiermarke der Belichtungsmaske 3 fokussiert und das Bild dieser Marke zentriert. Die Position der Justiermarke wird gespeichert, und anschließend wird der Wafer 2 zwischen das Mikroskop 1 und die Maske 3 eingebracht. Danach wird das Mikroskop auf die Justiermarke, die sich auf dem Wafer 2 befindet, fokussiert. Schließlich wird die Position des Wafers 2 in der Fokusebene so lange verändert, bis die Marke auf dem Wafer 2 zu der Marke auf der Maske 3 ausgerichtet ist; hierzu wird auf einem Monitor die zunächst gespeicherte Position der Marke auf der Maske 3 mit der aktuellen Position der Marke auf dem Wafer 2 überlagert und so die Ausrichtung ermöglicht.

Während dieses Ausrichtungsvorgangs muss das Justier-Mikroskop 1 stark umfokussiert werden. Dies setzt aber voraus, dass das Mikroskop 1 zuvor genau ausgerichtet wurde, dass sich also die optische Achse 11 des Mikroskops 1 möglichst genau senkrecht zu der Ebene der Maske 3 bzw. des Wafers 2 befindet.

Bekannte Verfahren zum Ausrichten von Justier-Mikroskopen verwenden sogenannte Doppelmarkenmasken. In Figur 2(a) ist schematisch ein Aufbau zum Ausführen eines

solchen bekannten Ausrichtungsverfahren gezeigt. Die (durchsichtigen) Doppelmarkenmasken 4 weisen auf der Oberseite 42 sowie auf der Unterseite 41 Justiermarken, beispielsweise Kreuzstrukturen, 44 bzw. 43, auf, die vom Maskenhersteller zueinander ausgerichtet wurden. Zum Ausrichten des Justier-Mikroskops wird eine Doppelmarkenmaske 4 anstelle der Maske 3 in das Justier-System geladen. Die Ausrichtung erfolgt dadurch, dass das Mikroskop zuerst auf die Justiermarke 43 auf der Unterseite 41 der Doppelmarkenmaske fokussiert wird. Nachdem das Mikroskop 1 so eingestellt wurde, dass sich die Justiermarke 43 im Fokus befindet, wird deren Position gespeichert und danach das Justier-Mikroskop 1 auf die Maskenoberseite 42 umfokussiert. Die zuvor gespeicherte Position der Justiermarke 43 wird anschließend mit dem „Live“-Bild der Justiermarke 44 verglichen. Das Justier-Mikroskop 1 wird so lange ausgerichtet, bis sich die Justiermarken in beiden Bildern übereinander und in Deckung befinden. Zur Vereinfachung der Ausrichtung können die oberen Kreuzstrukturen 44 auch in Form von Doppellinien ausgeführt sein.

Doppelmarkenmasken, bei denen die Justiermarken auf der Ober- und Unterseite der Maske mit der geforderten Genauigkeit zueinander ausgerichtet wurden, sind extrem schwierig herzustellen. Die Herstellung solcher Doppelmarkenmasken ist daher sehr teuer.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht im Bereitstellen eines verbesserten Verfahrens zum Ausrichten von Justier-Mikroskopen. Weiterhin stellt die vorliegende Erfindung eine verbesserte Vorrichtung zum Ausrichten von Justier-Mikroskopen bereit, die insbesondere einfacher und kostengünstiger herzustellen ist und dabei die geforderte Genauigkeit bei der Ausrichtung des Mikroskops gewährleistet.

Die Aufgaben werden durch die in den Ansprüchen enthaltenen Merkmale gelöst.

Im erfindungsgemäßen Verfahren wird anstelle einer Doppelmarkenmaske eine Justiermaske eingesetzt, auf deren einen Seite sich mindestens eine Justiermarke befindet und deren andere Seite verspiegelt ist. Die verspiegelte Seite kann hierbei teilweise (oder teildurchlässig) oder vollverspiegelt sein. Das Ausrichten der Justier-Mikroskope erfolgt analog zu dem bekannten Verfahren mit Doppelmarkenmaske: im Falle der vorliegenden

Erfindung wird das Mikroskop zunächst auf eine der Justiermarken auf der Maskenunterseite fokussiert und vorzugsweise die Position bzw. das Mikroskopbild der Justiermarke gespeichert. Anschließend wird das Mikroskop auf das Spiegelbild der Justiermarke umfokussiert. Die Position (bzw. das Mikroskopbild) der gespiegelten Justiermarke wird dann mit der gespeicherten Position (bzw. mit dem gespeicherten Mikroskopbild) verglichen und danach das Justier-Mikroskop ausgerichtet bis die gespeicherte Position und die Position des Spiegelbilds bzw. beide Mikroskopbilder übereinstimmen.

Der Einsatz von verspiegelten Justiermasken hat gegenüber herkömmlichen Doppelmarkenmasken die folgenden Vorteile: Verspiegelte Justiermasken sind im Vergleich zu den bisher verwendeten Doppelmarkenmasken einfacher herzustellen, da die überaus schwierige Ausrichtung der Justiermarken auf der einen Seite zu den Marken auf der anderen Seite nicht notwendig ist. Dadurch sind verspiegelte Masken leichter verfügbar und deutlich preiswerter. Weiterhin ist die Genauigkeit des erfindungsgemäßen Verfahrens größer als die herkömmlicher Verfahren, da Positionierfehler beim Schreiben der Maske vermieden werden.

Die Erfindung wird nachstehend mit Bezug auf die anliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 schematisch den Aufbau eines Justier-Mikroskopsystems;

Figur 2 schematisch den Aufbau zum Ausrichten eines Justier-Mikroskops (a) mittels einer bekannten Doppelmarkenmaske und (b) mittels einer verspiegelten Justiermaske gemäß der vorliegenden Erfindung;

Figur 3 eine Skizze zur Verdeutlichung des durch den Keilfehler einer erfindungsgemäßen Justiermaske verursachten Justierfehlers; und

Figur 4 (a) und (b) Skizzen zweier möglicher Lösungen, die es erlauben, die Verlagerung des Justier-Mikroskops zu vermeiden.

Figur 2(b) zeigt schematisch einen Aufbau zum Ausrichten eines Justier-Mikroskops mittels einer verspiegelten Justiermaske gemäß der vorliegenden Erfindung. Die Justiermaske 5 trägt an der dem Mikroskop zugewandten Seite 51 eine oder mehrere Justiermarken 53, die Rückseite 52 der Justiermaske 5 ist mindestens im Bereich der Justiermarke 53 teilweise oder ganz verspiegelt. Dadurch liegt das durch die verspiegelte Fläche 52 erzeugte Spiegelbild 53' der Justiermarke 53 bezogen auf die verspiegelte Fläche 52 – jedenfalls bei exakt paralleler Ober- und Unterseite der Marke im Bereich der Justiermarke 53 - exakt senkrecht gegenüber der Justiermarke 53. Diese Eigenschaft, dass nämlich die beiden Justiermarken bezogen auf eine Ebene der Justiermaske exakt gegenüberliegend angeordnet sind, konnte bei den bekannten Doppelmarkenmasken 4, bei denen die Justiermarken beidseitig angebracht sind, nie exakt erreicht werden und ist mit geringer Toleranz nur mit extremem Aufwand zu fertigen. Die Justiermasken 5 der vorliegenden Erfindung müssen dabei nur halb so dick sein wie bekannte Doppelmarkenmasken 4.

Im erfindungsgemäßen Verfahren wird das Justier-Mikroskop 1 auf die auf der einen Seite 51 der Justiermaske befindlichen Justiermarke 53 fokussiert, vorzugsweise das Bild einer der Justiermarken zentriert und die Position der Justiermarke gespeichert. Anschließend wird das Mikroskop auf das durch die verspiegelte Seite 52 (Spiegelbereich 54) erzeugte Spiegelbild 53' der Justiermarke 53 umfokussiert. Bevorzugt wird die Position des nun sichtbaren Spiegelbilds 53' und die zuvor gespeicherte Position der Justiermarke 53 gleichzeitig, etwa auf einem Monitor, dargestellt (überlagert). Das Mikroskop 1 wird nun so lange ausgerichtet bis die Position des Spiegelbilds 53' und die zuvor gespeicherte Position der Justiermarke 53 übereinstimmen. Das Ausrichten des Mikroskops ist ein iterativer Prozess, bei dem sich sowohl die Position der Justiermarke 53 als auch die des Spiegelbilds 53' verändern.

In Figur 3 ist schematisch ein bei Verwendung einer erfindungsgemäßen Justiermaske möglicherweise auftretender Justierfehler dargestellt, der auf Grund eines Keilfehlers der Maske entsteht. Der Justierfehler f ergibt sich durch die folgende Gleichung aus der Maskendicke d und dem Keilfehler (Keilwinkel) δ der Maske:

$$f = 2 * d * \delta.$$

Bei Masken mit einem Parallelitätsfehler von $5 \mu\text{m}$ ergibt sich für eine quadratische Maske von $7'' \times 7''$ ($17,8\text{cm} \times 17,8\text{cm}$) Kantenlänge ein Keilfehler von 5,8 Bogensekunden; bei einer Maskendicke von 2 mm ergibt sich dann ein Justierfehler von $0,11 \mu\text{m}$, bei einer Maskendicke von 3 mm ein Justierfehler von $0,17 \mu\text{m}$ und bei einer Maskendicke von 4,5 mm ein Justierfehler von $0,25 \mu\text{m}$. Die so errechneten Justierfehler sind allein durch den Keilfehler der Justiermaske bzw. durch die Neigung der Spiegelfläche gegenüber der Referenzfläche bedingt. Der Justierfehler ist dabei (bei den auftretenden kleinen Keilwinkeln) direkt proportional zu der Parallelitätsabweichung der Maske.

Wird eine derartig einseitig verspiegelte Justiermaske wie eine Anwendungsmaske in den Maskenhalter geladen, ist eine Verlagerung des Fokussierbereichs des Justier-Mikroskops um den gesamten Fokussierbereich nach oben erforderlich, um die reelle und die virtuelle (gespiegelte) Marke im Justier-Mikroskop für die Justage sehen zu können. Dies ist notwendig, da bei der normalen Justier-Anwendung der oberste Fokuspunkt gerade eben die strukturierte Maskenebene erreichen muss und der gesamte Fokussierweg nach unten für Justierabstand und Substratdicke zur Verfügung steht. Will man mit einer Justiermaske den gesamten Fokussierweg ausnutzen, um die bestmögliche Ausrichtung des Justier-Mikroskops zu erhalten, muss der unterste Fokuspunkt die unten liegende Marke und der oberste Fokuspunkt die oben liegende Marke, also bei Verwendung einer Justiermaske gemäß der vorliegenden Erfindung, das Spiegelbild der Marke erreichen können. Damit liegt aber das Justier-Mikroskop für den Justiervorgang um den gesamten Fokussierweg zu hoch.

Um diese Verlagerung des Fokussierbereichs zu kompensieren, gibt es zwei Möglichkeiten: Entweder wird nach dem Einjustieren das Justier-Mikroskop um den gesamten Fokussierbereich nach unten verlagert, um es anwendungsgerecht anzuordnen, oder die Justiermaske wird mit ihrer Markenebene um den gesamten Fokussierbereich unterhalb der jeweiligen Soll-Lage der Anwendungsmaske angeordnet.

In beiden Fällen entsteht eine zusätzliche Fehlerquelle, die bezüglich der dabei möglichen

Richtungsfehler bei der Verlagerung des Justier-Mikroskops oder durch einen Parallelitätsfehler zwischen der Spiegelebene der Justiermaske und der Referenzebene die gleichen Justierfehler ergibt, wie sie oben berechnet wurden. Dabei handelt es sich bei dem angenommenen Wert von 5,8 Bogensekunden um eine sehr enge Toleranz.

Um eine Verlagerung des Justier-Mikroskops zu vermeiden, kann eine Justiermaske verwendet werden, die zusätzlich zu einer einseitig verspiegelten Maske eine Einrichtung aufweist, es ermöglicht, die Verlagerung des benötigten Fokussierbereichs zu kompensieren. Dazu kann beispielsweise die verspiegelte Maske, die auf der der verspiegelten Seite gegenüberliegenden Seite Justiermarken aufweist, mit der verspiegelten Seite auf eine Trägerplatte befestigt, z.B. aufgekittet sein. Dabei muss die Dicke der Trägerplatte so groß sein, dass der Fokussierbereich um den erforderlichen Abstand verlagert wird. Dadurch kann das Justier-Mikroskop nach dem Einstellvorgang seine Lage beibehalten.

In den Figuren 4 (a) und (b) sind zwei bevorzugte Lösungen zum Vermeiden einer Verlagerung des Justier-Mikroskops skizziert. Der obere bzw. untere Fokuspunkt ist dabei mit FPo bzw. FPU bezeichnet, y ist der Abstand zwischen dem virtuellen Bild der Justiermarke und der Spiegelfläche und MD die Dicke einer üblichen Anwendungsmaske.

Die in der Figur 4 (a) gezeigte Top-Load-Variante erfordert eine Trägerplatte 55 mit einer ebenen Referenzfläche, an die eine Zwischenplatte 56 der Dicke y , die an der Unterseite 52 verspiegelt ist, befestigt wird. An diese Zwischenplatte 56 werden an erforderlicher Stelle Teilstücke 57, auf denen sich Justiermarken befinden, befestigt. Die Genauigkeitsanforderung besteht bei dieser Variante darin, dass die Spiegelfläche 52 der Zwischenplatte 56 zur Referenzfläche der Trägerplatte 55 nach dem Befestigen parallel ist.

Alternativ kann bei der Top-Load-Variante auf die Zwischenplatte 56 verzichtet werden und die Referenzfläche der Trägerplatte 55 verspiegelt werden. Dabei werden die beiden Fokuspunkte um das Maß y nach oben verlagert und der nutzbare Fokussierbereich um das Maß y verringert. Die erforderliche Parallelität der Spiegelfläche 52 zur Referenzfläche ist damit jedoch sehr gut gewährleistet.

Die in der Figur 4 (b) Bottom-Load-Variante erfordert eine Trägerplatte 55, deren Dicke um das Maß y größer ist, als eine übliche Anwendungsmaske. Die Unterseite 52 ist verspiegelt. An diese Trägerplatte 55 werden an erforderlicher Stelle Teilstücke 57, auf denen sich Justiermarken befinden, befestigt. Die Genauigkeitsanforderung dieser Variante besteht in der Parallelität der Trägerplatte 55.

Eine Richtungsänderung des Justier-Mikroskops nach der Einjustierung durch Verstellen in der z-Richtung, d.h. in der Richtung senkrecht zur Ebene der Maske, aber auch beim Verschieben in der x-y-Ebene, d.h. parallel zur Maskenebene, erzeugt den gleichen Justierfehler, wie ein Keilfehler zwischen der Spiegelfläche und der Referenzebene. Zur Berechnung des dabei entstehenden Justierfehlers gilt dabei die gleiche Formel wie für die Berechnung des Justierfehlers auf Grund des Keilfehlers der Maske. Für den Keilfehler muss hierbei nur der Richtungsfehler bei der Verschiebung eingesetzt werden. Bei dem Justierverfahren und zusammengesetzten Justiermasken gemäß der vorliegenden Erfindung gibt es deshalb keinen Grund, das Justier-Mikroskop in z-Richtung verstellbar zu machen.

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Ausrichten eines Justier-Mikroskops (1) mit den Schritten:
 - (a) Bereitstellen einer Justiermaske (5), auf deren einen Seite (51) sich mindestens eine Justiermarke (53) befindet und deren andere Seite (52) zumindest in dem Bereich (54), der der Justiermarke (53) gegenüberliegt, verspiegelt ist;
 - (b) Fokussieren des Mikroskops (1) auf die Justiermarke (53);
 - (c) Umfokussieren des Mikroskops (1) auf das durch die verspiegelte Seite (52) erzeugte Spiegelbild (53') der Justiermarke (53);
 - (d) Vergleichen der Position der Justiermarke (53) und des erzeugten Spiegelbilds (53') der Justiermarke (53);
 - (e) Ausrichten des Mikroskops (1), um die Justiermarke (53) mit deren Spiegelbild (53') zur Deckung zu bringen; und
 - (f) Wiederholen der Schritte (b) bis (e) bis der Vergleich in Schritt (d) ergibt, dass die Justiermarke (53) und das Spiegelbild (53') der Justiermarke (53) aufeinander ausgerichtet sind.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei sich auf der Justiermaske (5) mindestens ein Justierkreuz als Justiermarke befindet.
3. Verfahren nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, wobei nach dem erstmaligen Ausführen des Schrittes (b) das Mikroskop so eingestellt wird, dass sich die Justiermarke (53) in der Bildmitte befindet.
4. Verfahren nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, wobei jeweils nach dem Fokussieren in Schritt (b) das Bild und/oder die Positionswerte der Justiermarke gespeichert werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei im Schritt (f) nur die Schritte (d) und (e) wiederholt werden und die Position des Spiegelbilds (53') der Justiermarke (53) in Schritt (d) mit der Position der Justiermarke (53) im gespeicherten Bild

verglichen wird.

6. Justiermaske (5) zum Ausrichten eines Justier-Mikroskops (1), auf deren einen Seite (51) mindestens eine Justiermarke (53) angeordnet und deren andere Seite (52) zumindest in dem der Justiermarke (53) gegenüberliegenden Bereich (54) verspiegelt ist.
7. Justiermaske (5) nach Anspruch 6, auf der sich mindestens ein Justierkreuz als Justiermarke befindet.
8. Justiermaske (5) nach Anspruch 6 oder 7, wobei die Justiermaske (5) eine Einrichtung zum Verlagern des zum Fokussieren der Justiermarke (53) und des Spiegelbilds (53') der Justiermarke (53) benötigten Fokussierbereichs des Justier-Mikroskops (1) aufweist.
9. Justiermaske (5) nach Anspruch 6, 7 oder 8 mit einer Trägerplatte (55) mit einer verspiegelten Seite (52), an die Teilstücke (57) befestigt sind, auf denen sich jeweils mindestens eine Justiermarke auf der der Trägerplatte (55) abgewandten Seite befindet.
10. Justiermaske (5) nach Anspruch 6, 7 oder 8 mit einer Trägerplatte (55), an die eine Zwischenplatte (56) befestigt ist, die eine der Trägerplatte (55) abgewandte verspiegelte Seite (52) aufweist, an die Teilstücke (57) gekittet sind, auf denen sich jeweils mindestens eine Justiermarke auf der der Zwischenplatte (56) abgewandten Seite befindet.
11. Vorrichtung zum Ausrichten eines Justier-Mikroskops (1) unter Verwendung einer Justiermaske (5) nach einem der Ansprüche 6 bis 10.

Zusammenfassung

Verfahren und Vorrichtung zum Ausrichten eines Justier-Mikroskops mittels verspiegelter Justiermaske

Durch die Erfindung wird ein Verfahren zum Ausrichten eines Justier-Mikroskops bereitgestellt. Im erfindungsgemäßen Verfahren wird eine Justiermaske eingesetzt, auf deren einer Seite sich mindestens eine Justiermarke befindet und deren andere Seite verspiegelt ist. Zum Ausrichten wird das Mikroskop zuerst auf die Justiermarke fokussiert und anschließend auf das durch die verspiegelte Seite erzeugte Spiegelbild der Justiermarke umfokussiert. Das Mikroskop wird dann durch Vergleichen der Position der Justiermarke und des erzeugten Spiegelbilds der Justiermarke ausgerichtet, bis die Justiermarke mit deren Spiegelbild zur Deckung gebracht ist. Weiterhin wird eine Vorrichtung zum Ausrichten eines Justier-Mikroskops nach dem erfindungsgemäßen Verfahren bereitgestellt.

Fig. 1

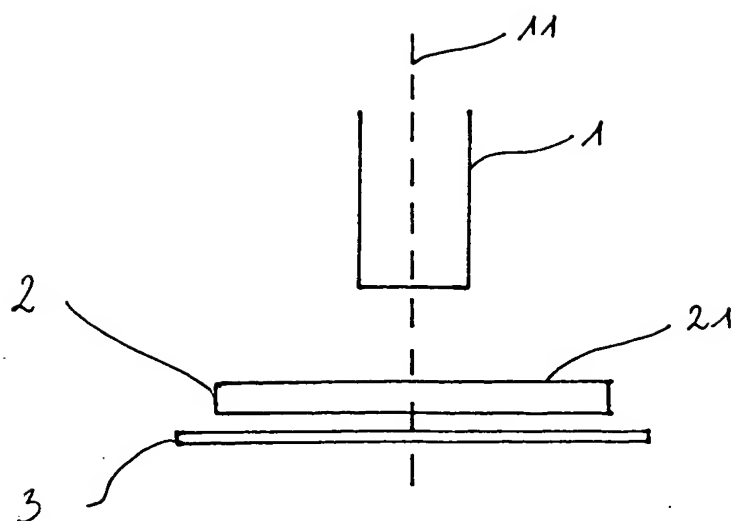


Fig. 2

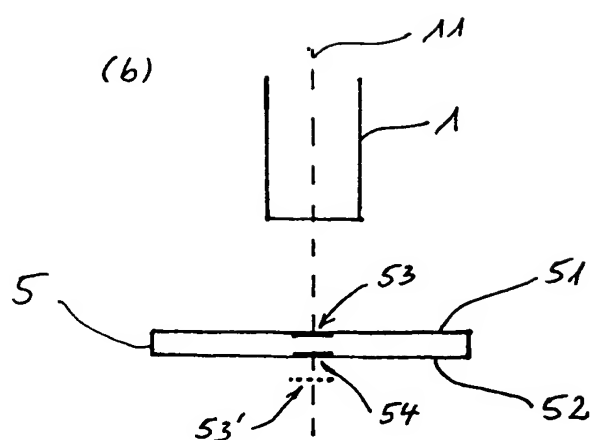
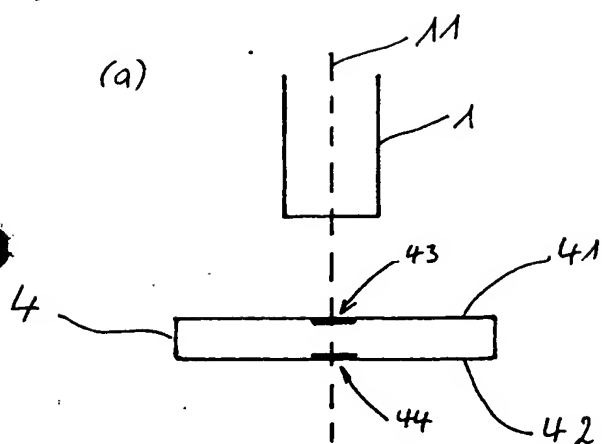


Fig. 3

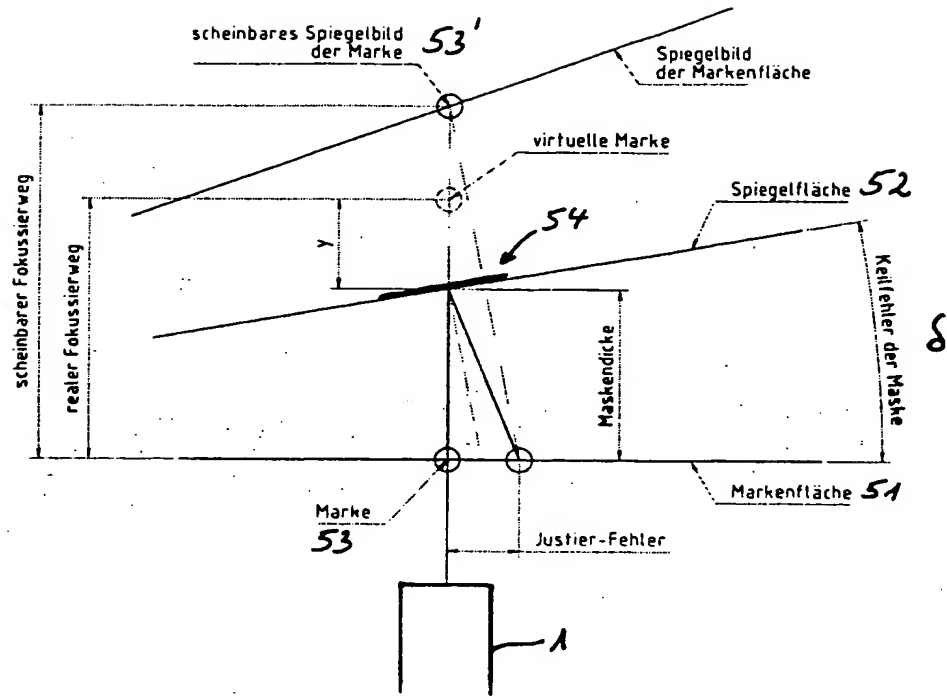


Fig. 4

